

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 15 日 (15.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/084718 A1

(51) 国際特許分類⁷: **A61L 2/20**, B01F 3/04, 5/06, 11/02

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003810

(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 28 日 (28.02.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-062044 2004 年 3 月 5 日 (05.03.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 R E O 研究所 (REO LABORATORY CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒9810502 宮城県桃生郡矢本町大曲字下台

128-152 Miyagi (JP). 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST))
[JP/JP]; 〒1000013 東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

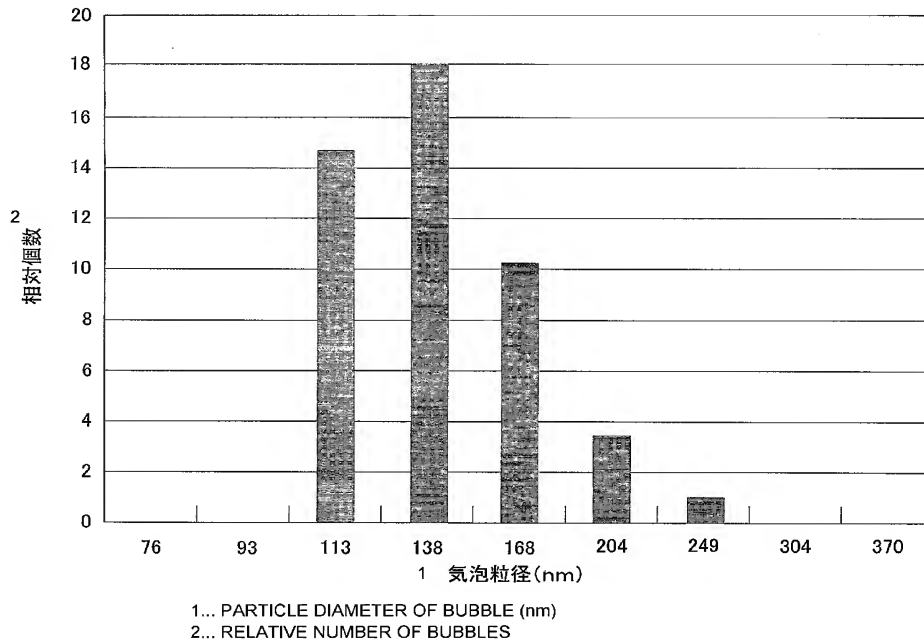
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 千葉 金夫 (CHIBA, Kaneo) [JP/JP]; 〒9810502 宮城県桃生郡矢本町大曲字下台 128-152 株式会社 R E O 研究所内 Miyagi (JP). 高橋 正好 (TAKAHASHI, Masayoshi) [JP/JP]; 〒3058569 茨城県つくば市小野川16-1 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 安形 雄三 (AGATA, Yuzo); 〒1070052 東京都港区赤坂 2 丁目 1 3 番 5 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING NANO-BUBBLE

(54) 発明の名称: ナノバブルの製造方法



(57) Abstract: A method for producing nano-bubbles, characterized in that it comprises applying a physical stimulus to fine bubbles contained in a liquid, to thereby allow the above bubbles to contract abruptly and form nano-bubbles. The nano-bubble produced by the above method has potential utility in all technical fields, in particular, imparts a special function to water.

(57) 要約: 本発明は、あらゆる技術分野にその有用性が潜在し、特に水に対して特別な機能を生じさせるナノバブルの製造方法に関するものである。本発明は、液体中に含まれる微小気泡に物理的刺激を加えることにより、前記微小気泡を急激に縮小させることでナノ

[続葉有]

WO 2005/084718 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,

BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

ナノバブルの製造方法

5 技術分野

本発明は、あらゆる技術分野にその有用性が潜在し、特に水に対して特別な機能を生じさせるナノバブルの製造方法に関するものである。

10 背景技術

直径が $50 \mu\text{m}$ 以下の気泡（微小気泡）は、通常の気泡とは異なった性質を持つことが知られており、様々な分野で使用されている。

例えば特許文献 1 では、微小気泡の存在によって、生物の生理活性が促進、かつ新陳代謝機能が高められ、その結果として生物の成長が促進されるといった微小気泡の性質を利用した発明を提案している。

近年、微小気泡よりもさらに直径が小さい気泡（直径が $1 \mu\text{m}$ 以下の気泡をいう。以下、ナノバブルという）が、工学的にも優れた効果を有すると言われており、注目されている。

しかし、ナノバブルを発生させる方法はなく、ナノバブルは微小気泡が自然消滅時、もしくは圧壊時に瞬間的にしか存在しないのが現状である。また、界面活性剤や有機物を利用して直径が $1 \mu\text{m}$ 程度、もしくはそれ以下で安定して存在できるナノバブルもあるが、これらは界面活性剤や有機物の強い殻に包まれたものであるため周囲の水とは隔絶された存在であり、ナノ

バブルとしての生物に対する活性効果や殺菌効果等の機能を有するものではない。

発明の開示

- 5 本発明は、上述したような実情に鑑みてなされたものであり、長期間溶液中に存在し、生物に対する活性効果や殺菌効果等の機能を溶液中に与え続けるナノバブルの製造方法を提供することを目的とする。

10 本発明は、長期間溶液中に存在するナノバブルの製造方法に関するものであり、本発明の上記目的は、液体中に含まれる微小気泡に物理的刺激を加えることにより、微小気泡を急激に縮小させることによって達成される。

15 また、本発明の上記目的は、微小気泡を急激に縮小させる過程において、微小気泡の気泡径が200nm以下まで縮小すると、微小気泡表面の電荷密度が上昇し、静電気的な反発力を生じ、微小気泡の縮小が停止することによって、或いは微小気泡を急激に縮小させる過程において、気液界面に吸着したイオンと静電気的な引力により、界面近傍の溶液中に引き寄せられた反対符号を持つ両方のイオンが微小な体積の中に高濃度に濃縮
20 することにより、微小気泡周囲を取り囲む殻の働きをし、微小気泡内の気体が溶液への拡散を阻害することによって安定化していることによって、或いは気液界面に吸着したイオンは、水素イオンや水酸化物イオンであり、界面近傍に引き寄せられたイオンとして溶液中の電解質イオンを利用することによりナノ
25 バブルを安定化させることによって、或いは微小気泡を急激に縮小させる過程において、断熱的圧縮によって微小気泡内温度

が急激に上昇し、微小気泡の周囲に超高温度に伴う物理化学的な変化を与えることで安定化させることによって、より効果的に達成される。

さらに、本発明の上記目的は、物理的刺激は、放電発生装置
5 を用いて微小気泡に放電することによって、或いは物理的刺激は、超音波発信装置を用いて微小気泡に超音波照射することによって、或いは物理的刺激は、溶液が入った容器内に取り付け
た回転体を作動させることにより溶液を流動させ、流動時に生
じる圧縮、膨張および渦流を利用することであることによって、
10 或いは物理的刺激は、容器に循環回路を形成した場合において、
容器内の微小気泡が含まれる溶液を循環回路へ微小気泡が含ま
れる溶液を取り入れた後、循環系回路内に備えつけられた単一
若しくは多数の孔を持つオリフィス若しくは多孔板を通過させ
ることで圧縮、膨張および渦流を生じさせることであることに
15 よって、より効果的に達成される。

図面の簡単な説明

第1図 本発明に係るナノバブルの製造方法によって製造され
たナノバブルの粒径頻度分布である（平均分布は約140nm
20 で標準偏差は約30nmである）。

第2図 微小気泡の表面電位と水溶液のpHの関係を表わした
図である。

第3図 微小気泡の縮小に伴うゼータ電位の上昇を表わした図
である。

25 第4図 ナノバブルが安定して存在しているメカニズムを表わ
した模式図である。

第 5 図 放電装置を用いてナノバブルを製造する装置の側面図である。

第 6 図 超音波発生装置を用いてナノバブルを製造する装置の側面図である。

5 第 7 図 渦流を起してナノバブルを製造する装置の側面図である。

第 8 図 回転体で渦流を起してナノバブルを製造する装置の側面図である。

10 符号の説明

1 容器

2 放電発生装置

2 1 陽極

2 2 陰極

15 3 微小気泡発生装置

3 1 取水口

3 2 微小気泡含有溶液排出口

4 超音波発生装置

5 循環ポンプ

20 6 オリフィス（多孔板）

7 回転体

発明を実施するための最良の形態

本発明によって製造されたナノバブルは、1月以上の長期間
25 に渡って溶液中に存在し続けることが特徴である。ナノバブルを含む溶液は、ナノバブル中に含まれる気体の性質に依存して、

生物に対しての生理的な活性効果、細菌やウイルスなどの微生物の殺傷効果や増殖抑制効果、有機物もしくは無機物との化学的な反応作用を有する。

以下、ナノバブルの性質及び製造方法について詳細に説明する。なお、説明の便宜上、水溶液の場合について説明する。

本発明に係るナノバブルの製造方法により製造されたナノバブルは、第1図の粒径分布が示すように気泡径が200nm以下の大きさの粒子径を持っている。本発明に係るナノバブルの製造方法により製造されたナノバブルは、1月以上の長期に渡って水溶液中に存在し続ける。ナノバブルを含む水溶液の保存方法は、特に限定されるものではなく、通常の容器に入れて保存しても、1月以上ナノバブルが消滅することはない。

微小気泡の物理的性質として、第2図に示すように、水溶液中での微小気泡は水溶液のpHに依存して表面電位を持っている。これは気液界面における水の水素結合ネットワークが、その構成因子として水素イオンや水酸化物イオンをより多く必要とするためである。この電荷は周囲の水に対して平衡条件を保っているため、気泡径に関係なく一定の値である。また、表面での帯電により静電気力が作用するため、反対符号の電荷を持つイオンを気液界面近傍に引き寄せている。

微小気泡の電荷は平衡を保っているが、この微小気泡を短時間のうちに縮小させた場合には、電荷の濃縮が起こる。第3図は、10秒間に気泡径を25 μ mから5 μ m程度まで縮小させたときの表面電荷の変化である。第3図により、気泡径が小さくなることにより、本来の平衡条件からズレが生じて電荷が濃縮していくことがわかる。この縮小速度をさらに速めて、なお

かつ気泡径をさらに小さくした場合には単位面積当たりの電荷量は気泡径の二乗に逆比例して増加する。

微小気泡は気液界面に取り囲まれた存在であるため、表面張力の影響を受けて微小気泡の内部は自己加圧されている。環境
5 圧に対する微小気泡内部の圧力上昇は理論的に Y o u n g - L a p l a c e の式により推測される。

(数 1)

$$\Delta P = 4 \sigma / D$$

ここで ΔP は圧力上昇の程度であり、 σ は表面張力、 D は気
10 泡直径である。室温での蒸留水の場合、直径 $10 \mu\text{m}$ の微小気泡では約 0.3 気圧、直径 $1 \mu\text{m}$ では、約 3 気圧の圧力上昇となる。自己加圧された微小気泡内部の気体はヘンリーの法則に従って水に溶解する。そのため気泡径が徐々に縮小していき、また気泡径の縮小に伴って内部の圧力が増加するため、気泡径
15 の縮小速度は加速される。この結果、直径が $1 \mu\text{m}$ 以下の気泡はほぼ瞬時に完全溶解される。すなわちナノバブルは極めて瞬間的しか存在しないこととなる。

これに対して、本発明に係るナノバブルの製造方法においては、直径が $10 \sim 50 \mu\text{m}$ の微小気泡を物理的な刺激によって
20 急速に縮小させる。微小気泡が含まれる水溶液中の電気伝導度が $300 \mu\text{S} / \text{cm}$ 以上となるように、鉄、マンガン、カルシウム、ナトリウム、マグネシウム等のイオン、その他ミネラル類のイオン等の電解質を混入させると、これらの静電氣的な反発力により気泡の縮小を阻害する。この静電氣的な反発力とは、
25 球形をした微小気泡において縮小に伴い球の曲率が増加することにより、球の反対面に存在する同符号のイオン同士に作用す

る静電気力のことである。縮小した微小気泡は表面張力により加圧されているため、微小気泡が縮小するほど、より縮小しようとする傾向が強まるが、気泡径が500nmよりも小さくなるとこの静電氣的な反発力が顕在化してきて、気泡の縮小が停止する。

水溶液中に電気伝導度が300 μ S/cm以上になるように鉄、マンガン、カルシウム、ナトリウム、マグネシウム等のイオン、ミネラル類のイオン等の電解質を混入させると、この静電氣的な反発力が十分に強く働き、気泡は縮小する力と反発力のバランスを取って安定化する。この安定化したときの気泡径（ナノバブルの気泡径）は電解質イオンの濃度や種類により異なるが、第1図に示すように、200nm以下の大きさとなる。

ナノバブルの特徴は、気体を内部に加圧された状態で維持しているのみでなく、濃縮した表面電荷により極めて強い電場を形成していることである。この強い電場は、気泡内部の気体や周囲の水溶液に強力な影響を与える力を持っており、生理的な活性効果や殺菌効果、化学的な反応性等を有するようになる。

ナノバブルが安定して存在しているメカニズムを第4図に示す。ナノバブルの場合、気液界面に極めて高濃度の電荷が濃縮しているため、球の反対側同士の電荷間に働く静電氣的な反発力により球（気泡）が収縮することを妨げている。また、濃縮した高電場の作用により鉄等の電解質イオンを主体とした無機質の殻を気泡周囲に形成し、これが内部の気体の散逸を防止している。この殻は界面活性剤や有機物の殻とは異なるため、細菌等の他の物質とナノバブルが接触した時に生じる気泡周囲の電荷の逸脱により、殻自体が簡単に崩壊する。殻が崩壊したと

きには、内部に含まれる気体は簡単に水溶液中に放出される。

第 5 図は放電装置を用いてナノバブルを製造する装置の側面図である。

微小気泡発生装置 3 は取水口 3 1 によって容器 1 内の水溶液
5 を取り込み、微小気泡発生装置 3 内に微小気泡を製造するための
気体を注入する注入口（図示せず）から気体が注入され、取水
口 3 1 によって取り込んだ水溶液と混合させて、微小気泡含有
水溶液排出口 3 2 から微小気泡発生装置 3 で製造した微小気
泡を容器 1 内へ送る。これにより容器 1 内に微小気泡が存在す
10 るようになる。容器 1 内には、陽極 2 1 と陰極 2 2 があり、陽
極 2 1 と陰極 2 2 は放電発生装置 2 に接続されている。

まず、水溶液の入った容器 1 内に微小気泡発生装置 3 を用い
て微小気泡を発生させる。

次に、水溶液の電気伝導度が $300 \mu S / cm$ 以上になるよ
15 うに鉄、マンガン、カルシウムその他ミネラル類の電解質を加
える。

放電発生装置 2 を用いて、容器 1 内の微小気泡が含まれる水
溶液に水中放電を行う。より効率的にナノバブルを製造させる
ため、容器 1 内の微小気泡の濃度が飽和濃度の 50 % 以上に達
20 している場合が好ましい。また、水中放電の電圧は $2000 \sim$
 $3000 V$ が好ましい。

水中放電に伴う衝撃波の刺激（物理的刺激）により、水中の
微小気泡は急速に縮小され、ナノレベルの気泡となる。この時
に気泡周囲に存在しているイオン類は、縮小速度が急速なため、
25 周囲の水中に逸脱する時間が無く、気泡の縮小に伴って急速に
濃縮する。濃縮されたイオン類は気泡周囲に極めて強い高電場

を形成する。この高電場の存在のもとで気液界面に存在する水素イオンや水酸化物イオンは気泡周囲に存在する反対符号を持つ電解質イオンと結合関係を持ち、気泡周囲に無機質の殻を形成する。この殻は、気泡内の気体の水溶液中への自然溶解を阻止するため、ナノバブルは溶解することなく安定的に水溶液中に浮遊できる。なお、ナノバブルは200nm以下程度の極めて微小な気泡であるため、水中における浮力をほとんど受けることが無く、通常の気泡で認められる水表面での破裂は皆無に近い。

物理的刺激として超音波を微小気泡に照射することにより、ナノバブルを製造する方法を説明する。なお、上述した箇所と重複する内容は説明を省略する。

第6図は超音波発生装置を用いてナノバブルを製造する装置の側面図である。

放電によるナノバブルの製造方法と同様に、微小気泡発生装置3、取水口31および微小気泡含有水溶液排出口32で微小気泡を製造し、微小気泡を容器1内へ送る。容器1内には超音波発生装置4が設置されている。超音波発生装置4の設置場所は特に限定されていないが、効率よくナノバブルを製造するには取水口31と微小気泡含有水溶液排出口32の間に超音波発生装置4を設置することが好ましい。

まず、電解質イオンを含んだ水の入った容器1内に微小気泡発生装置3を用いて微小気泡を発生させ、水溶液の電気伝導度が300 μ S/cm以上になるように鉄、マンガン、カルシウムその他ミネラル類の電解質を加える。

次に、超音波発生装置4を用いて、超音波を容器1内の微小

気泡が含まれる水溶液に照射する。より効率的にナノバブルを製造させるため、容器 1 内の微小気泡の濃度が飽和濃度の 50 % 以上に達している場合が好ましい。超音波の発信周波数は 20 kHz ~ 1 MHz が好ましく、超音波の照射は 30 秒間隔で発振と停止を繰り返すことが好ましいが、必要に応じて連続に照射してもよい。

次に、物理的刺激として渦流を起こすことにより、ナノバブルを製造する方法について説明する。なお、上述した箇所と重複する内容は説明を省略する。

10 第 7 図はナノバブルを製造するために圧縮、膨張および渦流を用いた場合の装置の側面図である。放電によるナノバブルの製造方法および超音波照射によるナノバブルの製造方法と同様に、微小気泡発生装置 3、取水口 31 および微小気泡含有水溶液排出口 32 で微小気泡を製造し、微小気泡を容器 1 内へ送る。

15 容器 1 には容器 1 内の微小気泡が含まれる水溶液を部分循環させるための循環ポンプ 5 が接続されており、循環ポンプ 5 が設置されている配管（循環配管）内には多数の孔を持つオリフィス（多孔板）6 が接続され、容器 1 と連結している。容器 1 内の微小気泡が含まれる水溶液は循環ポンプ 5 により循環配管内を流動させられ、オリフィス（多孔板）6 を通過することで圧縮、膨張および渦流を生じさせる。

20

まず、電荷質イオンを含んだ水の入った容器 1 内に微小気泡発生装置 3 を用いて微小気泡を発生させ、水溶液の電気伝導度が 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上になるように鉄、マンガン、カルシウムその他ミネラル類の電解質を加える。

25

次に、この微小気泡が含まれる水溶液を部分循環させるため、

循環ポンプ 5 を作動させる。この循環ポンプ 5 により微小気泡が含まれる水溶液が押し出され、オリフィス（多孔板） 6 を通過前及び通過後の配管内で圧縮、膨張及び渦流が発生する。通過時の微小気泡の圧縮や膨張により、および配管内で発生した渦流により電荷を持った微小気泡が渦電流を発生させることにより微小気泡は急激に縮小されナノバブルとして安定化する。なお、循環ポンプ 5 とオリフィス（多孔板） 6 の流路における順序は逆でもよい。

オリフィス（多孔板） 6 は第 6 図では単一であるが、複数設置してもよく、循環ポンプ 5 は必要に応じて省略してもよい。その場合、微小気泡発生装置 2 の水溶液に対する駆動力や高低差による水溶液の流動などを利用することも可能である。

また、第 8 図に示すように、容器 1 内に渦流を発生させるための回転体 7 を取り付けることによってもナノバブルを製造することができる。回転体 7 を 500 ～ 10000 rpm で回転させることにより、効率よく渦流を容器 1 内で発生させることができる。

以上、本発明に係るナノバブルの製造方法について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。説明の便宜上、水溶液の場合について説明したが、水以外にアルコール等の溶液を用いてもよい。

また、微小気泡を製造するための気体を酸素、オゾン等にするることにより、より効果的に生物に対しての生理的な活性効果、細菌やウイルス等の微生物の殺傷効果や増殖抑制効果等を向上させることができる。

以下、実施例で本発明をより詳細に説明するが、本発明はこ

れに限定されるものではない。

実施例

第7図に示されているように容器1内に電解質イオンを含む
5 水を10L入れ、微小気泡発生装置3により微小気泡を製造し、
容器1内の水を微小気泡が含まれる水溶液とした。この水溶液
の電気伝導度が $300\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上であった。容器1内の微
小気泡の濃度が飽和値の50%以上になるように、微小気泡を
連続的に発生させた。

10 次に容器1内の微小気泡が含まれる水溶液を部分循環させ、
微小気泡が含まれる水溶液の一部を循環ポンプ3がある循環配
管内へと導入させた。微小気泡が含まれる水溶液は循環ポンプ
5に導入され、 0.3MPa の圧力でオリフィス（多孔板）6
へと送り、渦流を発生させ微小気泡をナノバブル化させた。

15 循環ポンプ5を1時間作動させ、十分な量のナノバブルを発
生させた後、全体の装置を停止した。停止後1週間経過した時
点で容器1内に浮遊しているナノバブルを動的光散乱光度計に
より測定したところ、中心粒径が約 140nm （標準偏差約 30nm ）のナノバブルを安定的に存在させていることを確認し
20 た。

発明の効果

本発明のナノバブルの製造方法によれば、溶液中において気
泡径が 200nm 以下の大きさのナノバブルを製造し、1月以
25 上に渡って安定して存在させることが可能となった。また、ナ
ノバブルを含む溶液は、ナノバブル中に含まれる気体の性質に

依存して、生物に対しての生理的な活性効果、細菌やウイルスなどの微生物の殺傷効果や増殖抑制効果、有機物もしくは無機物との化学的な反応作用を持つことが可能となった。

5 産業上の利用可能性

上述したように、本発明のナノバブルの製造方法によって得られたナノバブルは、1月以上溶液中に存在し、ナノバブル中に含まれる気体の性質に依存して生物に対しての生理的な活性効果、細菌やウイルス等の微生物の殺傷効果や増殖抑制効果等を有することから、殺菌や衛生管理が必要とされる医療分野等において利用することが可能である。

<参考文献一覧>

特許文献1：

15 特開2002-143885号公報

請求の範囲

1. 電気伝導度が $300 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以上の液体中に含まれる微小気泡に物理的刺激を加えることにより、前記微小気泡を急激に縮小させることを特徴とするナノバブルの製造方法。

5

2. 前記微小気泡を急激に縮小させる過程において、気泡径が 200 nm 以下まで縮小すると前記微小気泡表面の電荷密度が上昇し、静電気的な反発力が生じることによって、前記微小気泡の縮小が停止する請求の範囲第1項に記載のナノバブルの製造方法。

10

3. 前記微小気泡を急激に縮小させる過程において、気液界面に吸着したイオンと静電気的な引力により、前記界面近傍の前記溶液中に引き寄せられた反対符号を持つ両方のイオンが微小な体積の中に高濃度に濃縮することにより、前記微小気泡周囲を取り囲む殻の働きをし、前記微小気泡内の気体が前記溶液への拡散を阻害することによって安定化している請求の範囲第1項に記載のナノバブルの製造方法。

15

4. 前記気液界面に吸着したイオンは、水素イオンや水酸化物イオンであり、前記界面近傍に引き寄せられたイオンとして溶液中の電解質イオンを利用することによりナノバブルを安定化させる請求の範囲第1項に記載のナノバブルの製造方法。

20

5. 前記微小気泡を急激に縮小させる過程において、断熱的圧縮によって前記微小気泡内温度が急激に上昇し、前記微小気

25

泡の周囲に超高温に伴う物理化学的な変化を与えることで安定化させる請求の範囲第1項に記載のナノバブルの製造方法。

6. 前記物理的刺激は、放電発生装置を用いて前記微小気泡
5 に放電することである請求の範囲第1項に記載のナノバブルの製造方法。

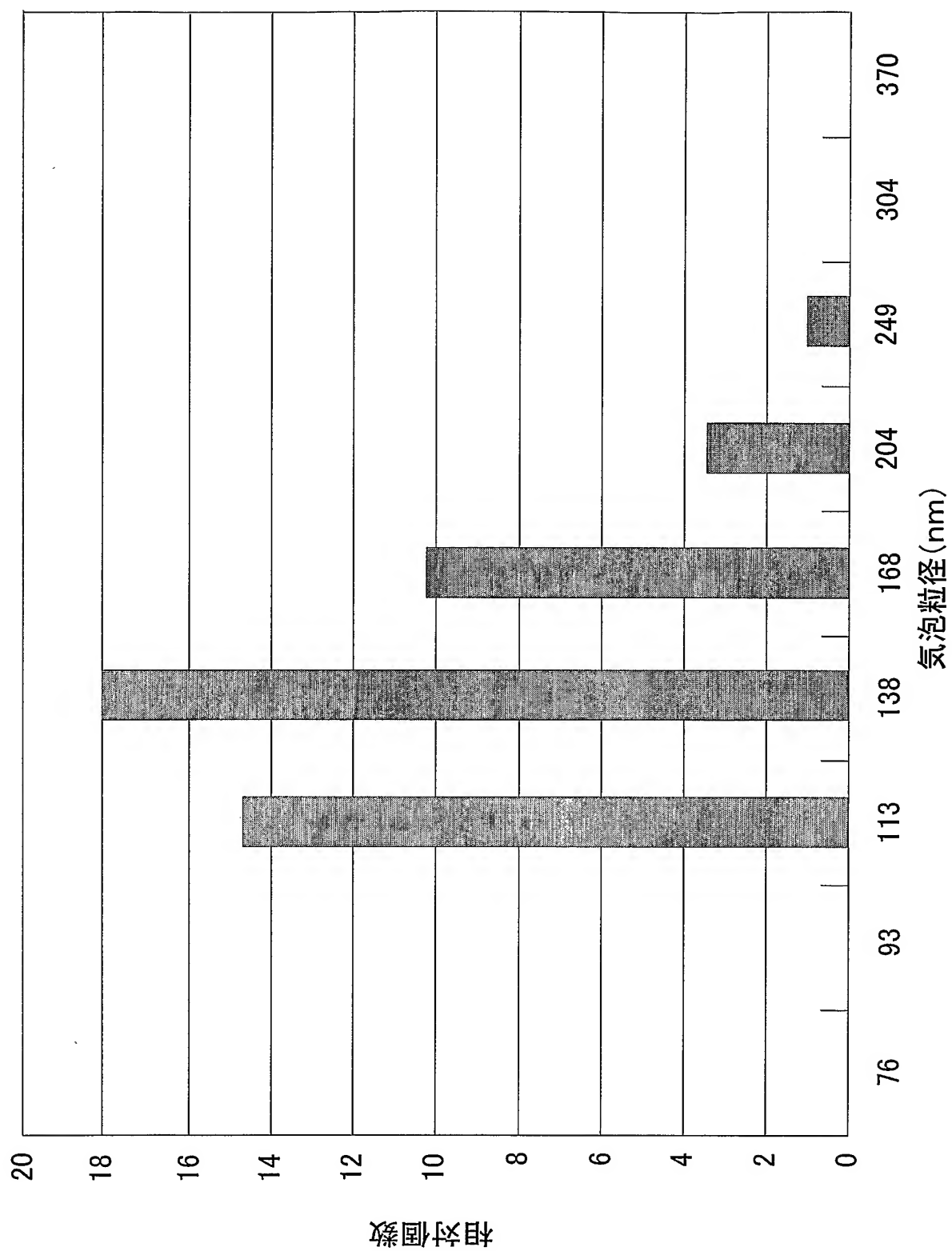
7. 前記物理的刺激は、超音波発信装置を用いて前記微小気泡に超音波照射することである請求の範囲第1項に記載のナノ
10 バブルの製造方法。

8. 前記物理的刺激は、前記溶液が入った容器内に取り付け
た回転体を作動させることにより前記溶液を流動させ、前記流動時に生じる圧縮、膨張および渦流を利用することである請求
15 の範囲第1項に記載のナノバブルの製造方法。

9. 前記物理的刺激は、前記容器に循環回路を形成した場合
において、前記容器内の前記微小気泡が含まれる前記溶液を前記循環回路へ前記微小気泡が浮遊する前記溶液を取り入れた後、
20 前記循環系回路内に備えつけられた単一若しくは多数の孔を持つオリフィス若しくは多孔板を通過させることで圧縮、膨張および渦流を生じさせることである請求の範囲第1項に記載のナノバブルの製造方法。

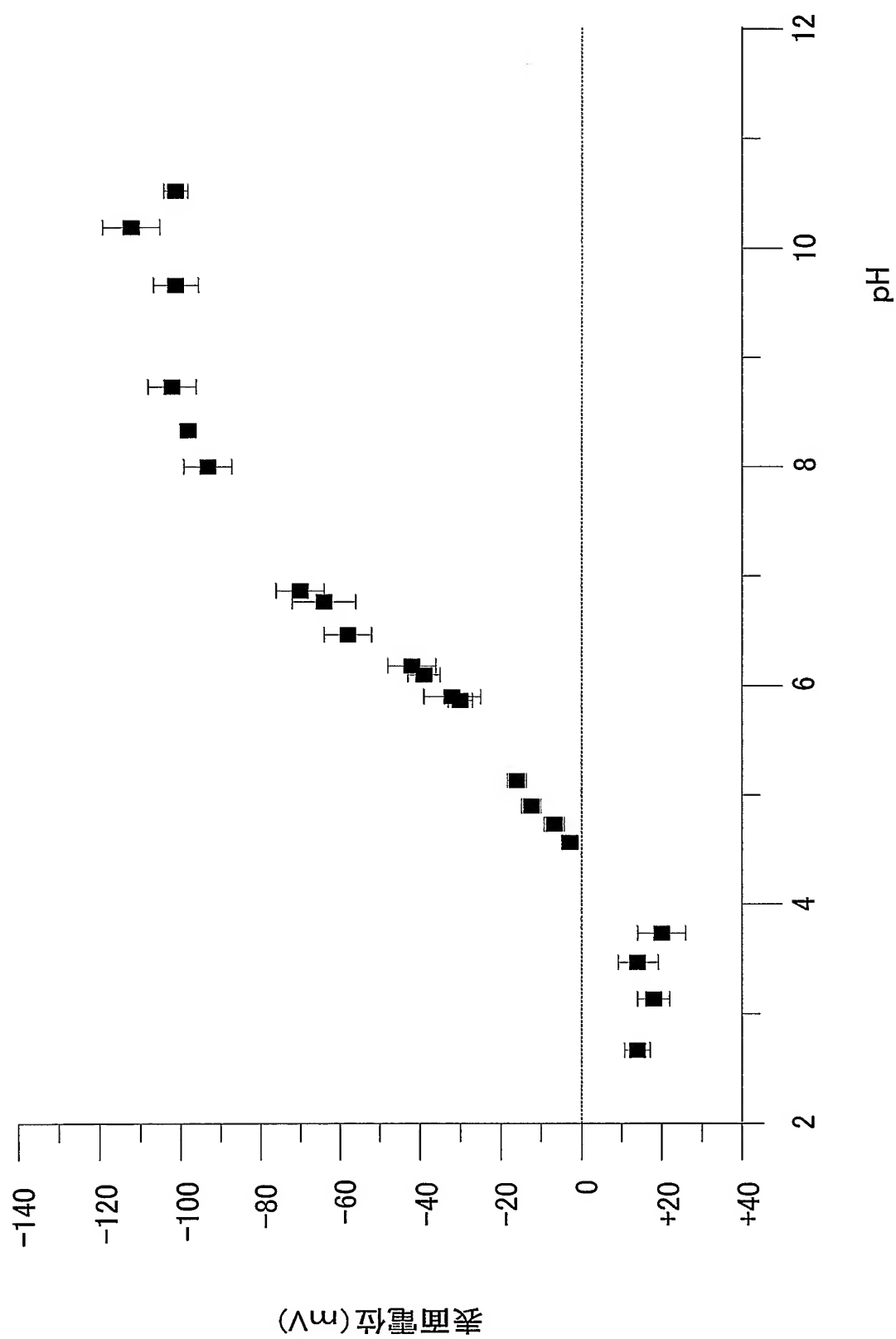
1/6

第1図



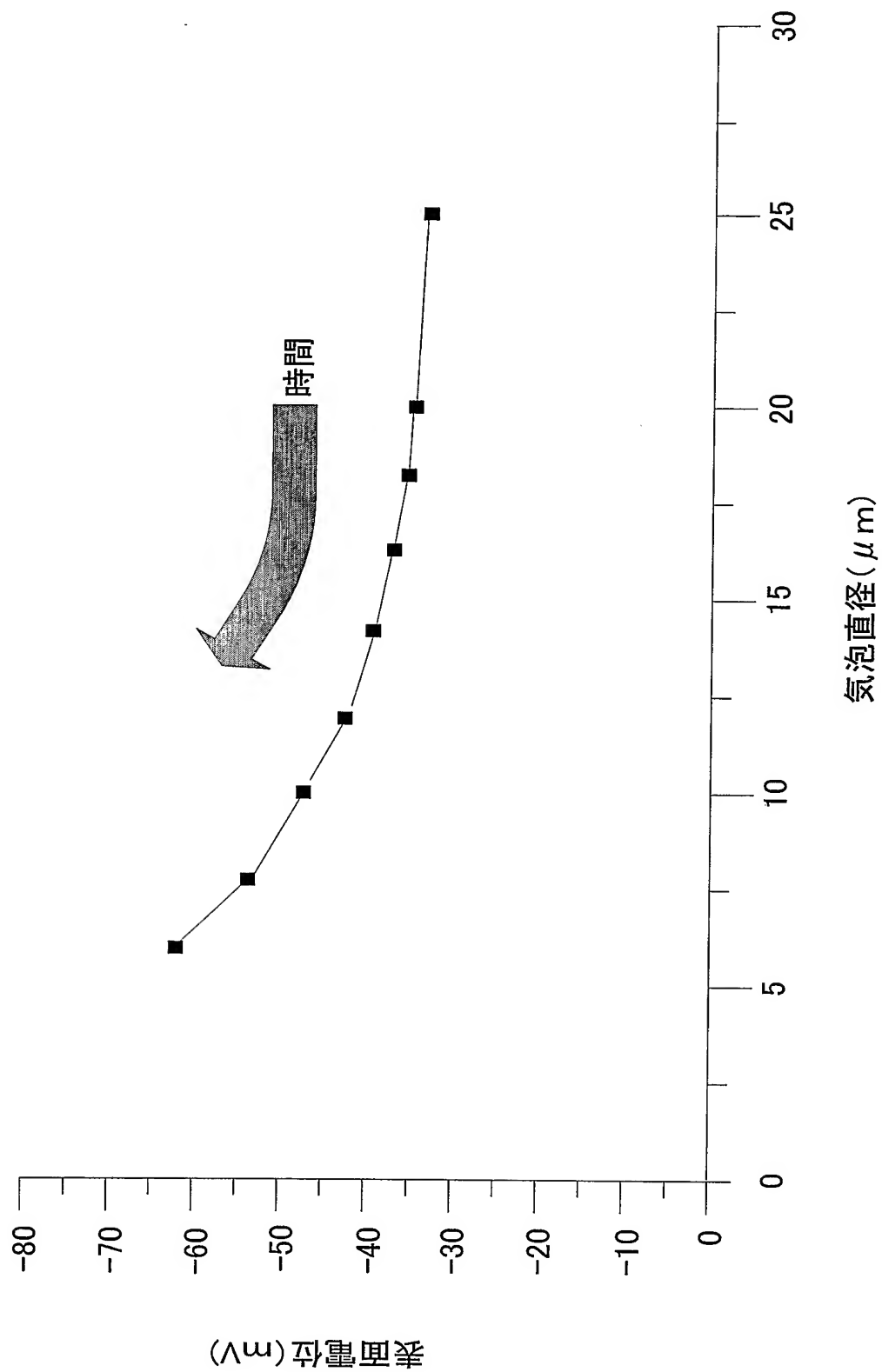
2/6

第2図

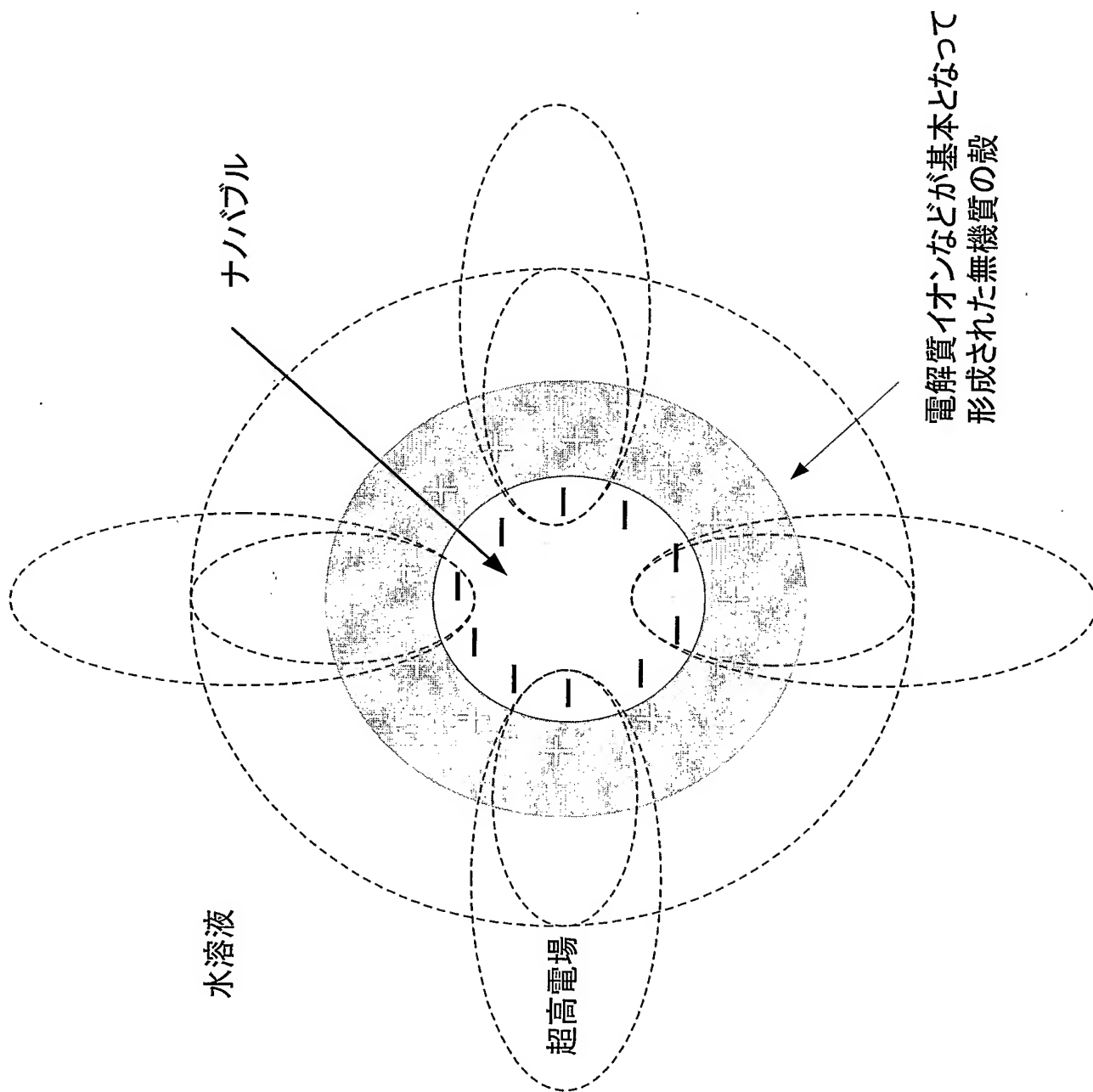


3/6

第3図

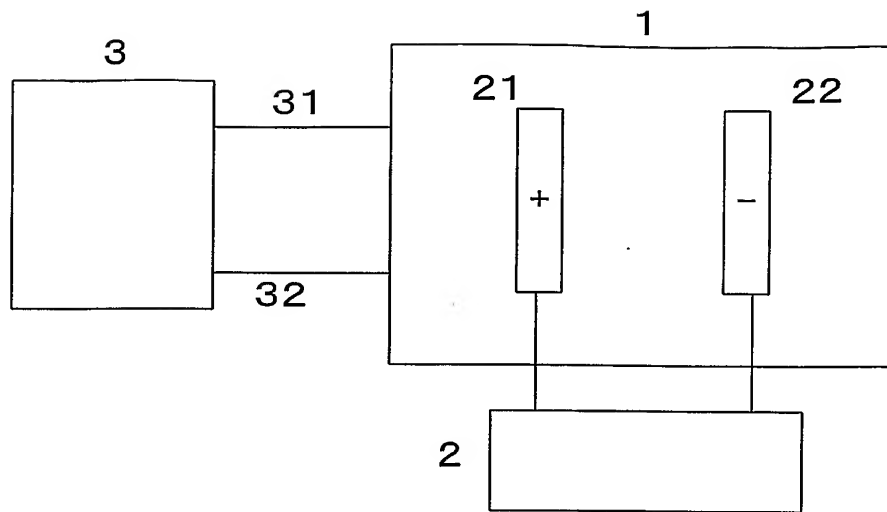


第4図

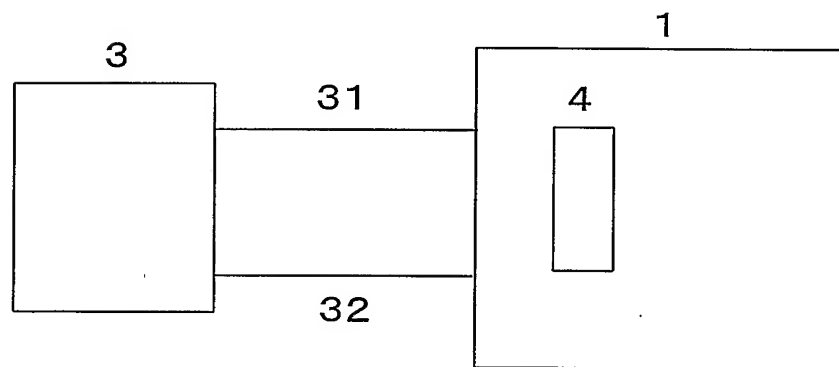


5/6

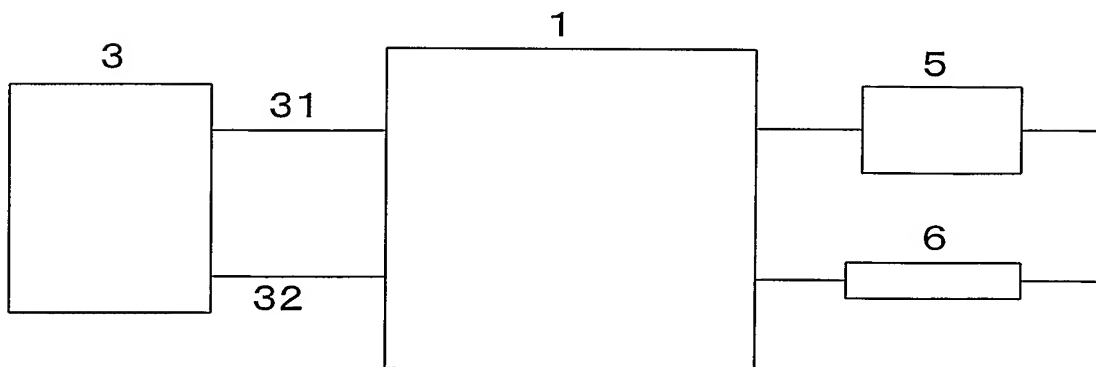
第5図



第6図

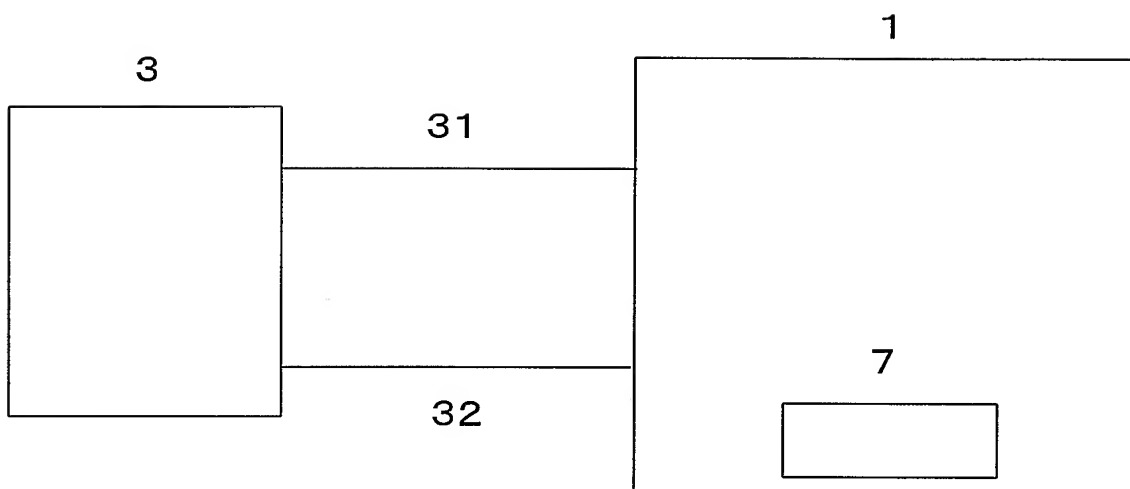


第7図



6/6

第8図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ A61L2/20, B01F3/04, 5/06, 11/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ A61L2/20, B01F3/04, 5/06, 11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-334548 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 25 November, 2003 (25.11.03), Par. No. [0004] (Family: none)	1-9
A	Hirofumi ONARI, Dai 1 Bu "Micro Bubble no Miryoku to Gijutsuteki Kanosei o Saguru", Konsoryu Lecture Series, Vol.28, Nihon Kosoryu Gakkai, Osakashi Konohanaku Kasuga Idenaka 2-14-9, 20 June, 2003 (20.06.03), pages 1 to 14	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 April, 2005 (13.04.05)Date of mailing of the international search report
10 May, 2005 (10.05.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003810

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3397154 B2 (Hirofumi ONARI), 14 February, 2003 (14.02.03), All references & WO 1999/033553 A1 & EP 0963784 A1 & US 6382601 B1	1-9
A	JP 2002-143885 A (Hirofumi ONARI), 21 May, 2002 (21.05.02), Par. Nos. [0008] to [0011], [0030] (Family: none)	1-9
A	WO 2001/097958 A1 (Yoshiaki IKEDA), 27 December, 2001 (27.12.01), Column 7, line 25 to column 8, line 21 & AU 7461001 A & CN 1431927 A & TW 592795 B	1-9
A	JP 2001-314888 A (Suzuki Sangyo Kabushiki Kaisha), 13 November, 2001 (13.11.01), Par. No. [0010] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ A61L2/20, B01F3/04, 5/06, 11/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ A61L2/20, B01F3/04, 5/06, 11/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICST ファイル(JOIS)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-334548 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2003. 11. 25, 段落【0004】(ファミリーなし)	1-9
A	大成博文, 第1部 マイクロバブルの魅力と技術的可能性を探る, 混相流レクチャーシリーズ, 28巻, 日本混相流学会, 大阪市此花区春日出中2-14-9, 2003. 06. 20, p. 1-14	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 04. 2005

国際調査報告の発送日

10.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

増田 亮子

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

4Q

3545

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 3397154 B2 (大成博文) 2 0 0 3 . 0 2 . 1 4 , 全文献 & WO 1999/033553 A1 & EP 0963784 A1 & US 6382601 B1	1 - 9
A	JP 2002-143885 A (大成博文) 2 0 0 2 . 0 5 . 2 1 , 段落【0 0 0 8】 - 段落【0 0 1 1】、段落【0 0 3 0】 (ファミリーなし)	1 - 9
A	WO 2001/097958 A1 (池田好明) 2 0 0 1 . 1 2 . 2 7 , 第7欄第25行 - 第8欄第21行 & AU 7461001 A & CN 1431927 A & TW 592795 B	1 - 9
A	JP 2001-314888 A (鈴木産業株式会社) 2 0 0 1 . 1 1 . 1 3 , 段落【0 0 1 0】 (ファミリーなし)	1 - 9